

PHILIPS



Electronic
components
and materials

MAY 27 1981

Laboratory report

Elcoma applications laboratories

LAB

181

For your personal information

number : FCO 8101

date : JANUARY 81

title : LJE 42008 R
3.7 to 4.2 GHz WIDE BAND
AMPLIFIER
(TELECOMMUNICATION BAND)

author : R. MAUGIS

The contents of this report are not to be reproduced, in whole or in part,
nor disclosed to third parties without the written consent of :

N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken
Electronic Components and Materials Division
Eindhoven - The Netherlands



Electronic
components
and materials

PHILIPS

laboratory report

The contents of this report are not to be reproduced, in whole or in part, nor disclosed to third parties without the written consent of N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken - Eindhoven - The Netherlands
Product Division Electronic Components and Materials

number : FCO 8101

date : JANUARY 81

title : LJE 42008 R
3.7 to 4.2 GHz WIDE BAND
AMPLIFIER
(TELECOMMUNICATION BAND)

author : R. MAUGIS

Information presented in this report is based on pilot studies in our laboratories. It is presented in good faith but N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken assumes no liability for any consequences of its use. Its presentation does not imply a licence under any patent, trademark, or copyright.

23 FEB. 1981

UNITE : RADIOCOMMUNICATIONS

SECTION : MICROWAVE DEVICES

DIFFUSION : C + CO

N° 34 514

ETUDE

PAR : R. MAUGIS

DATE : JANUARY 81

PAGES : 1 S + 18 R

REF. : FCO 8101

LJE 42008 R

3.7 to 4.2 GHz WIDE BAND

AMPLIFIER

(TELECOMMUNICATION BAND)

SUMMARY

This report describes the design of 3.7 to 4.2 GHz wide band amplifier, the optimum impedances Z_E and Z_L were obtained experimently by the method described in the French note COF 80 112.

The matching circuits have been computed by the computation program "LINE".

The transistor is operated in class A : $V_{CE} = 16$ v and $I_C = 250$ mA (regulated).

The power gain in the band varies from 4.8 up to 5.3 dB, with a corresponding output power variation included between 430 and 480 mW.

TITRE : LJE 42008BR - AMPLIFICATEUR LARGE BANDE 3.7 - 4.2 GHz
(BANDE TELECOMMUNICATION)

SOMMAIRE : Ce rapport décrit la réalisation d'un amplificateur large bande de 3.7 à 4.2 GHz, à partir des impédances optimales obtenues expérimentalement par la méthode décrite dans la note COF 80 112.

Les circuits d'adaptation ont été déterminés à l'aide du programme de calcul "LINE".

Le transistor fonctionne en classe A : $V_{CE} = 16$ v et $I_C = 250$ mA (régulé).

Le gain en puissance dans la bande varie de 5.3 à 4.8 dB, pour une puissance de sortie comprise entre 480 et 430 mW.

| | | | | | | | |
|--------------|----------|----|----|----|---|--|----|
| ADVIES | 19-03-81 | AV | XV | | B | | BL |
| OCTROOI d.d. | | | | | | | |
| OPGAVE | 04-03-81 | AV | XV | El | B | | BL |
| MAMO d.d. | | | | | | | |

UNITE : RADIOCOMMUNICATION

SECTION : MICROWAVE DEVICES

DIFFUSION : CO

N° 34 514

ETUDE PAR : R. MAUGIS

DATE : JANUARY 81

PAGES : 18

REF. : FCO 8101

LJE 42008 R

3.7 to 4.2 GHz WIDE BAND

AMPLIFIER

(TELECOMMUNICATION BAND)

- I - DESCRIPTION
- II - MICROSTRIP CIRCUITS
- III - PRACTICAL REALIZATION
- IV - MEASUREMENT

Les informations et schémas contenus dans ce document sont issus d'études réalisées par nos LABORATOIRES D'APPLICATIONS, dans lesquels des résultats satisfaisants ont été obtenus. Ces informations étant susceptibles d'une grande variété d'applications, RTC La Radiotechnique-Compelec ne peut assumer aucune responsabilité quant aux conséquences éventuellement dommageables de leur mise en œuvre. Elles n'impliquent la concession d'aucun droit de propriété industrielle, domaine dans lequel, en outre, aucune garantie ne peut être donnée.

CE DOCUMENT NE PEUT ETRE COMMUNIQUE OU REPRODUIT SANS AUTORISATION ECRITE DE R.T.C. LA RADIOTECHNIQUE-COMPELEC

I - DESCRIPTION

The active device used is the 4.2 GHz preadapted LJE 42008 R, a NPN silicon linear transistor of the 4 GHz family.

The semi conductor is mounted in case FO 41A, with emitter resistors diffused in the silicon substrat and metallized gold.

The mechanical data are given in Figure 1.

This transistor has been characterized in common emitter, and specified in class A.

At the frequency of 4.2 GHz, the typical specifications are :

- Power output
(at 1 dB of gain compression) $P_{L1} : 940 \text{ mW}$
- Power gain
(at low signal) $G_{PO} : 7.5 \text{ dB}$
- Power supply (regulated) $V_{CE} : 16 \text{ v}$
 $I_C : 0,250 \text{ mA}$

In the band of interest, the optimum impedances obtained experimentally (see note COF 80 112) with narrow band circuits, are given in Figure 2.

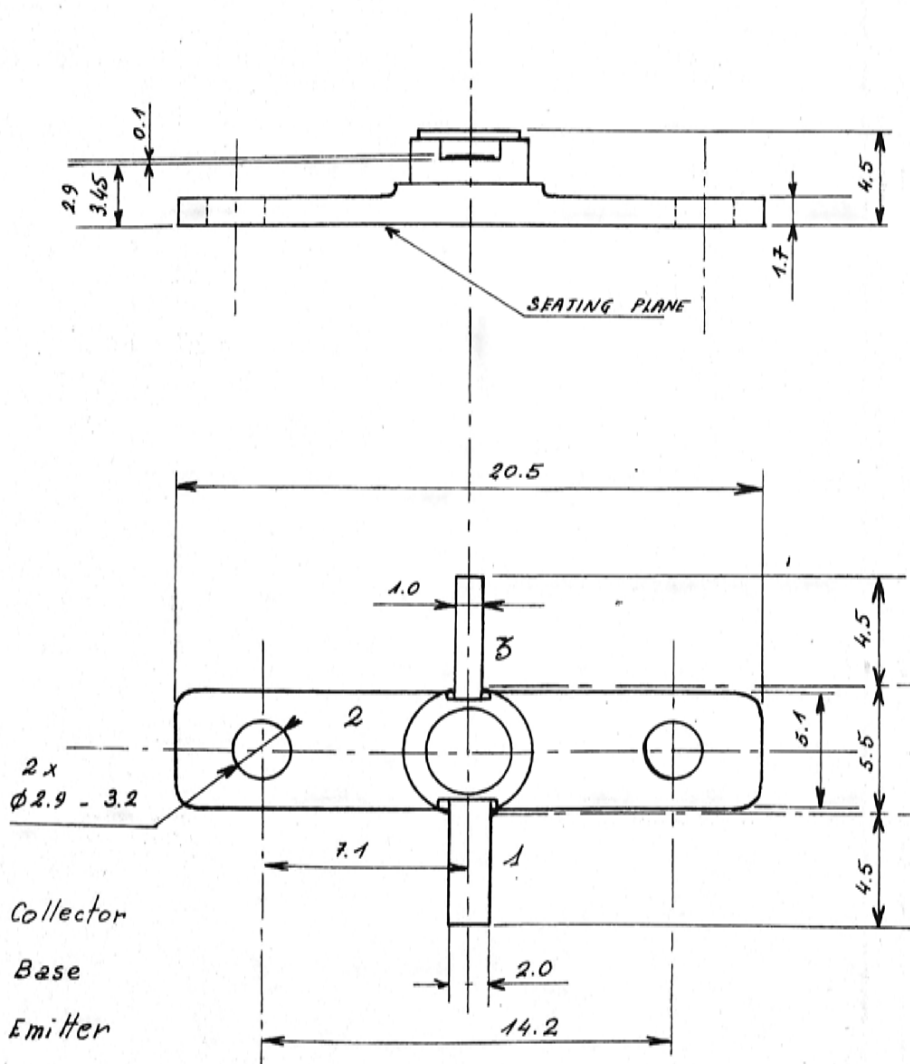
The normalized values of input and load impedances ϵ_E and ϵ_L , are given by the SMITH chart Figure 3.

Les informations et schémas contenus dans ce document sont issus d'études réalisées par nos LABORATOIRES D'APPLICATIONS, dans lesquelles des résultats satisfaisants ont été obtenus. Ces informations étant susceptibles d'une grande variété d'applications, RTC La Radiotechnique-Compelec ne peut assumer aucune responsabilité quant aux conséquences éventuellement dommageables de leur mise en œuvre. Elles n'impliquent la concession d'aucun droit de propriété industrielle, domaine dans lequel, en outre, aucune garantie ne peut être donnée.

CE DOCUMENT NE PEUT ETRE COMMUNIQUE OU REPRODUIT SANS AUTORISATION ECRITE DE R.T.C. LA RADIOTECHNIQUE-COMPELEC

Les informations et schémas contenus dans ce document sont issus d'études réalisées par nos LABORATOIRES D'APPLICATIONS, dans lesquels des résultats satisfaisants ont été obtenus. Ces informations étant susceptibles d'une grande variété d'applications, R.T.C. La Radiotechnique-Compelec ne peut assumer aucune responsabilité quant aux conséquences éventuellement dommageables de leur mise en œuvre. Elles n'impliquent la concession d'aucun droit de propriété industrielle, domaine dans lequel, en outre, aucune garantie ne peut être donnée.

CE DOCUMENT NE PEUT ÊTRE COMMUNIQUÉ OU REPRODUIT SANS AUTORISATION ÉCRITE DE R.T.C. LA RADIOTECHNIQUE-COMPELEC



— MECHANICAL DATA —

FO 41 A

FIG: 1

LABORATOIRES D'APPLICATIONS

130, avenue Ledru-Rollin - 75540 PARIS CEDEX 11 - Tél. 355.44.99

FCO 8101

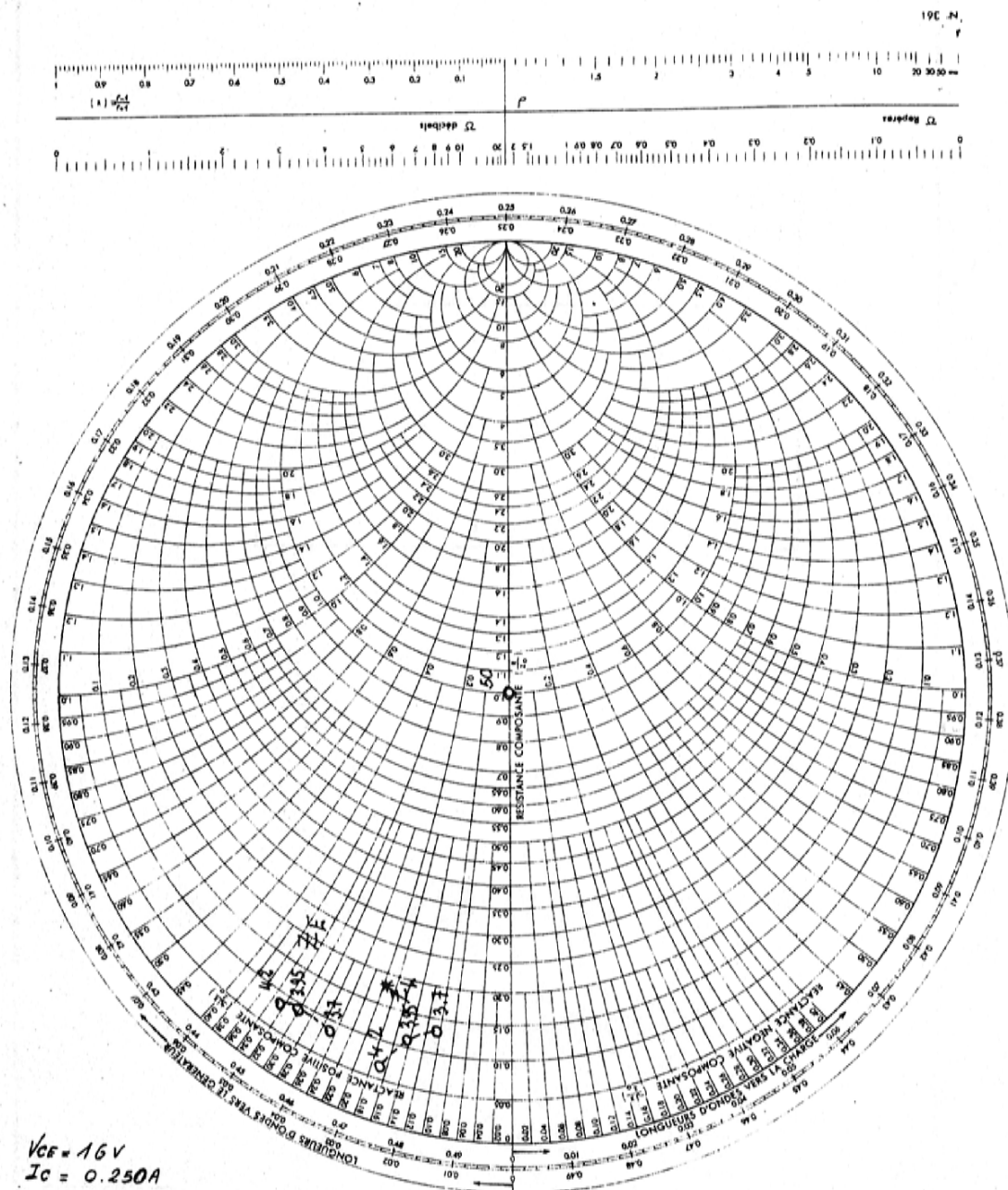
Les informations et schémas contenus dans ce document sont issus d'études réalisées par nos LABORATOIRES D'APPLICATIONS, dans lesquels des résultats satisfaisants ont été obtenus. Ces informations étant susceptibles d'une grande variété d'applications, RTC La Radiotechnique-Compelec ne peut assumer aucune responsabilité quant aux conséquences éventuellement dommageables de leur mise en œuvre. Elles n'impliquent la concession d'aucun droit de propriété industrielle, domaine dans lequel, en outre, aucune garantie ne peut être donnée.

CE DOCUMENT NE PEUT ÊTRE COMMUNIQUÉ OU REPRODUIT SANS AUTORISATION ÉCRITE DE R.T.C. LA RADIOTECHNIQUE-COMPELEC

| F_{GHz} | Z_E | Z_L |
|-----------|------------------|-----------------|
| 3.7 | $3.97 + j 12.59$ | $6.66 - j 5.35$ |
| 3.95 | $4.07 + j 15.00$ | $5.30 - j 8.24$ |
| 4.2 | $3.82 + j 16.3$ | $2.96 - j 8.41$ |

Optimum impedances

FIG: 2


$$V_{CE} = 16V$$
$$I_C = 0.250A$$

INPUT AND LOAD OPTIMUM IMPEDANCES
LFE 42008R

FIG: 3

II - MICROSTRIP CIRCUITS

II.1 Circuit computation :

To compute the microstrip circuits, we used the computation program : "LINE". The results are shown in Figure 4.

Z_C : Characteristic impedance of the line.

NBO : Wave number ($1/\lambda_0$).

SM : VSWR Maximum.
(The VSWR in over-all band is less than or equal to SM).

Fo : Reference frequency 3.95 GHz
(That is to say $Fo = \frac{FH - FL}{2}$).

II.2 Topology :

The "line-stub" topology is shown in Figure 5.

The dimensional ratio of microstrip lines are given by the relationship shown in Figure 6.

Les informations et schémas contenus dans ce document sont issus d'études réalisées par nos LABORATOIRES D'APPLICATIONS, dans lesquels des résultats satisfaisants ont été obtenus. Ces informations ne peuvent être utilisées sans l'autorisation écrite de R.T.C. La Radiotechnique-Compelec ne peut assumer aucune responsabilité quant aux conséquences éventuellement dommageables de leur mise en œuvre. Elles impliquent la concession d'un droit de propriété industrielle, domaine dans lequel, en outre, aucune garantie ne peut être donnée.

CE DOCUMENT NE PEUT ETRE COMMUNIQUE OU REPRODUIT SANS AUTORISATION ECRITE DE R.T.C. LA RADIOTECHNIQUE-COMPELEC

$$F_0 = 3.95 \text{ GHz}$$

| <u>INPUT MICROSTRIP CIRCUIT</u> | | | |
|---------------------------------|----------------|-------|------|
| DESIGNATION | Z_c | NBO | SM |
| 1 Distributed open stub | 30 Ω | 0.119 | |
| 2 Main line | 45.07 Ω | 0.250 | |
| Tuned open stub | 30.42 Ω | 0.499 | 1.58 |

$$F_0 = 3.95 \text{ GHz}$$

| <u>OUTPUT MICROSTRIP CIRCUIT</u> | | | |
|----------------------------------|----------------|-------|------|
| DESIGNATION | Z_c | NBO | SM |
| 1 Distributed open stub | 30 Ω | 0.151 | |
| 2 Main line | 30 Ω | 0.260 | 1.69 |
| 3 Main Line | 40.86 Ω | 0.24 | |
| Tuned open stub | 42.21 Ω | 0.474 | 2.11 |

FIG: 4

0

Les informations et schémas contenus dans ce document sont issus d'études réalisées par nos LABORATOIRES D'APPLICATIONS, dans lesquels des résultats satisfaisants ont été obtenus. Ces informations étant susceptibles d'une grande variété d'applications, RTC La Radiotechnique-Compelec ne peut être tenue responsable des conséquences éventuelles de leur utilisation dans des conditions autres que celles pour lesquelles elles ont été conçues. Elles n'impliquent la concession d'aucun droit de propriété industrielle, domaine dans lequel, en outre, aucune garantie ne peut être donnée.

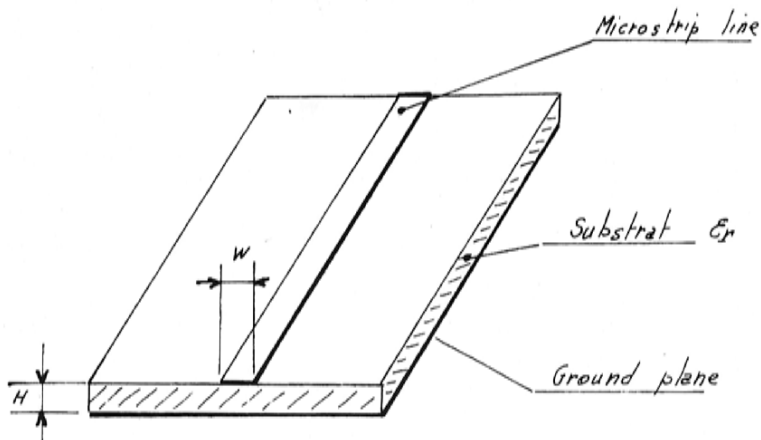
CE DOCUMENT NE PEUT ETRE COMMUNIQUE OU REPRODUIT SANS AUTORISATION ECRITE DE RTC LA RADIOTECHNIQUE-COMPELEC

CE DOCUMENT NE PEUT ETRE COMMUNIQUE OU REPRODUIT SANS AUTORISATION ECRITE DE R T C LA RADIOTECHNIQUE COMPELEC



FIG: 5

MICROSTRIP



1) For : $0.05 \leq \frac{W}{H} \leq 2$ and $\epsilon_r \leq 16$

$$\frac{W}{H} = \frac{B \cdot e^A}{e^{2A} - 2}$$

with $A = \frac{Z_c}{60} \left(\frac{\epsilon_r + 1}{2} \right)^{1/2} + \frac{\epsilon_r - 1}{\epsilon_r + 1} \left(0.23 + \frac{0.11}{\epsilon_r} \right)$

2) For : $2 \leq \frac{W}{H} \leq 20$ and $\epsilon_r \leq 16$

$$\frac{W}{H} = \frac{2}{\pi} \left[B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \left\{ \ln(B - 1) + 0.39 - \frac{0.61}{\epsilon_r} \right\} \right]$$

with : $B = \frac{377 \pi}{2 Z_c \sqrt{\epsilon_r}}$

FIG: 6

Les informations et schémas contenus dans ce document sont issus d'études réalisées par nos LABORATOIRES D'APPLICATIONS, dans lesquels des résultats satisfaisants ont été obtenus. Ces informations restent susceptibles d'une grande variété d'applications. R.T.C. La Radiotechnique-Compelec ne peut assumer aucune responsabilité quant aux conséquences éventuellement dommageables de leur mise en œuvre. Elles n'impliquent la concession d'aucun droit de propriété industrielle, domaine dans lequel, en outre, aucune garantie ne peut être donnée.

CE DOCUMENT NE PEUT ÊTRE COMMUNIQUÉ OU REPRODUIT SANS AUTORISATION ÉCRITE DE R.T.C. LA RADIOTECHNIQUE-COMPELEC

III - PRACTICAL REALIZATION

The circuits have been designed in microstrip technology, on a double-clad printed circuit board. The dielectric substrate is PTFE glass fiber with a "relative permittivity" $\epsilon_r = 2.5$ having a thickness $H = 0.125"$ (1/32 inch).

III.1 Biasing circuit

The transistor is supplied through a biasing circuit, shown in Figure 7.

This circuit supplies a collector regulated current $I_C = 250$ mA, with a collector voltage $V_{CE} = 16$ v.

To avoid interaction between transmission lines and biasing circuit, microwave filters in $\lambda/4$ configuration, have been added on the lay-out.

III.2 Microstrip circuit optimization

An optimization of typical microstrip circuits is necessary to obtain simultaneously :

- a better input adaptation (minimum reverse power P_r).
- a maximum output power P_L .

The practical microstrip circuits configuration obtained after optimization, is given by the Figure 8.

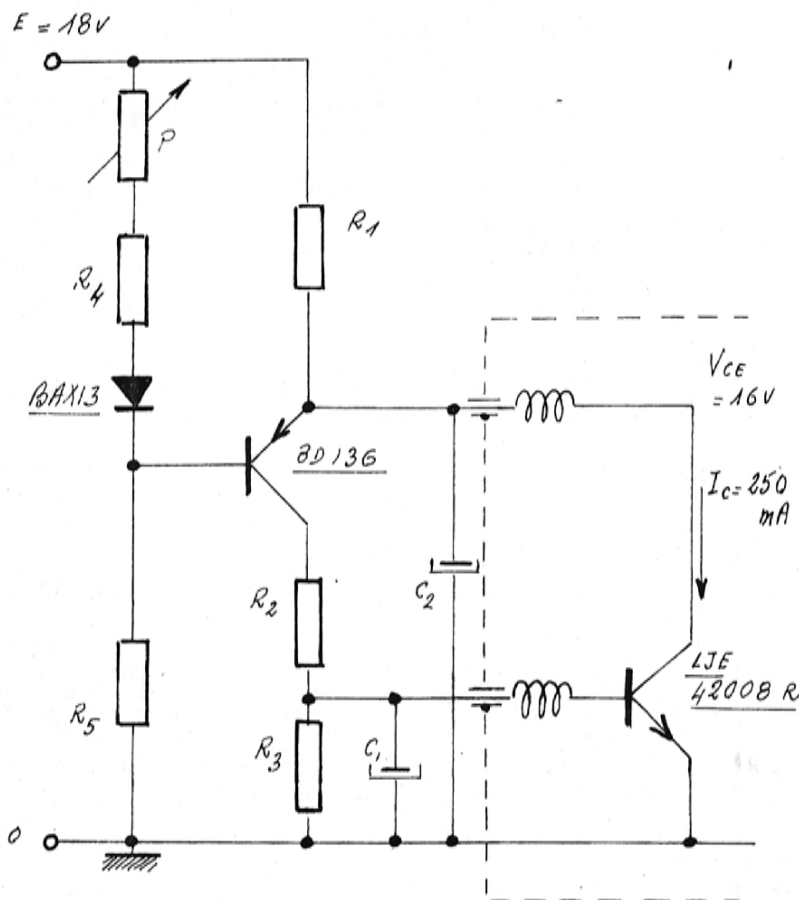
Optimization is indicated by the hachured parts.

Les informations et schémas contenus dans ce document sont issus d'études réalisées par nos LABORATOIRES D'APPLICATIONS, dans lesquels des résultats satisfaisants ont été obtenus. Ces informations étant susceptibles d'une grande variété d'applications, RTC La Radiotechnique-Compelec ne peut assumer aucune responsabilité quant aux conséquences éventuellement dommageables de leur mise en œuvre. Elles n'impliquent la concession d'aucun droit de propriété industrielle, domaine dans lequel, en outre, aucune garantie ne peut être donnée.

CE DOCUMENT NE PEUT ETRE COMMUNIQUE OU REPRODUIT SANS AUTORISATION ECRITE DE RTC LA RADIOTECHNIQUE-COMPELEC

Les informations et schémas contenus dans ce document sont issus d'études réalisées par nos LABORATOIRES D'APPLICATIONS, dont lesquels des résultats satisfaisants ont été obtenus. Ces informations étant susceptibles d'une grande variété d'applications, RTC La Radiotechnique-Compelec ne peut assumer aucune responsabilité quant aux conséquences éventuellement dommageables de leur mise en œuvre. Elles n'impliquent la concession d'aucun droit de propriété industrielle, domaine dans lequel, en outre, aucune garantie ne peut être donnée.

CE DOCUMENT NE PEUT ÊTRE COMMUNIQUÉ OU REPRODUIT SANS AUTORISATION ÉCRITE DE RTC LA RADIOTECHNIQUE-COMPELEC



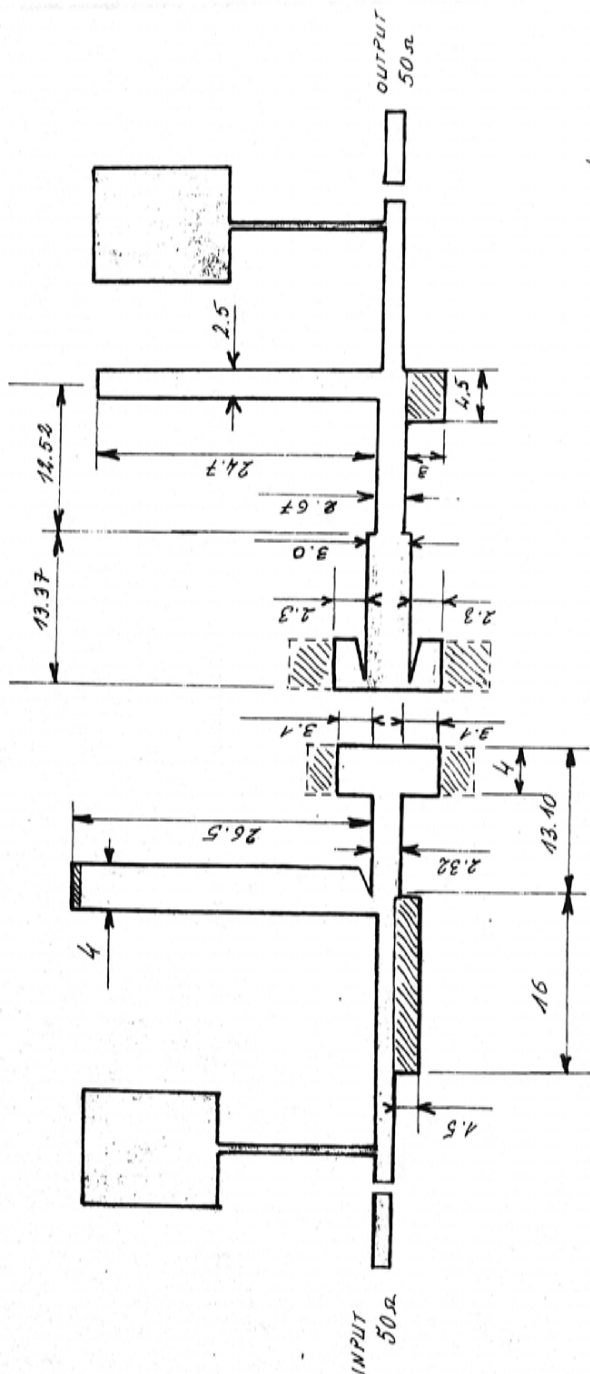
| | | | | |
|-------------|------------------------|------|--------------|------------|
| R_1 | Resistor | 1W | 7,8 Ω | (2x3,9 //) |
| R_2 | Resistor | 0,5W | 1K Ω | |
| R_3 | Resistor | 0,5W | 390 Ω | |
| R_4 | Resistor | 0,5W | 1K | |
| R_5 | Resistor | 0,5W | 33K | |
| $C_1 - C_2$ | Electrolytic capacitor | | 33 μ F | 40V |
| P | Linear potentiometer | | 4K Ω | |

FIG. 7

FCO 8101

Les informations et schémas contenus dans ce document sont issus de études réalisées par nos LABORATOIRES D'APPLICATIONS, dans lesquels des résultats satisfaisants ont été obtenus. Ces informations n'ont pas été vérifiées par une grande variété d'applications. RTE La Radiotechnique ne peut assumer aucune responsabilité quant aux conséquences éventuelles de l'utilisation de ces informations sans la mise en œuvre d'un programme de validation approprié. RTE La Radiotechnique ne peut être tenue responsable d'éventuellement dommages de leur mise en œuvre sans l'implication la concession d'un droit de propriété intellectuelle, domaine dans lequel, en outre, aucune garantie ne peut être donnée.

CE DOCUMENT NE PEUT ETRE COMMUNIQUE OU REPRODUIT SANS AUTORISATION ECRITE DE R.T.C. LA RADIOTECHNIQUE-COMPELEC.



scale $\approx 2/1$

PRACTICAL MICROSTRIP CONFIGURATION

Added

Removed

FIG: 8

IV - MEASUREMENT

The set up is given by Figure 9.

The results obtained at the reference frequency of 3.95 GHz are :

$$G_{PO} = 6.35 \text{ dB}$$

$$P_{L1} = 480 \text{ mW} \quad (26.81 \text{ dBm})$$

$$\text{input VSWR} = 2.07$$

The different results obtained, in the working band, are given by the following curves shown in :

$$\begin{aligned} \text{Figure 10} : P_{L1} &= f(F) \\ G_{PO} &= f(F) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Figure 11} : P_L &= f(F)^* \\ G_T &= f(F)^* \\ \text{VSWR} &= f(F)^* \end{aligned}$$

$$\text{Figure 12} : P_L = f(P_{in})$$

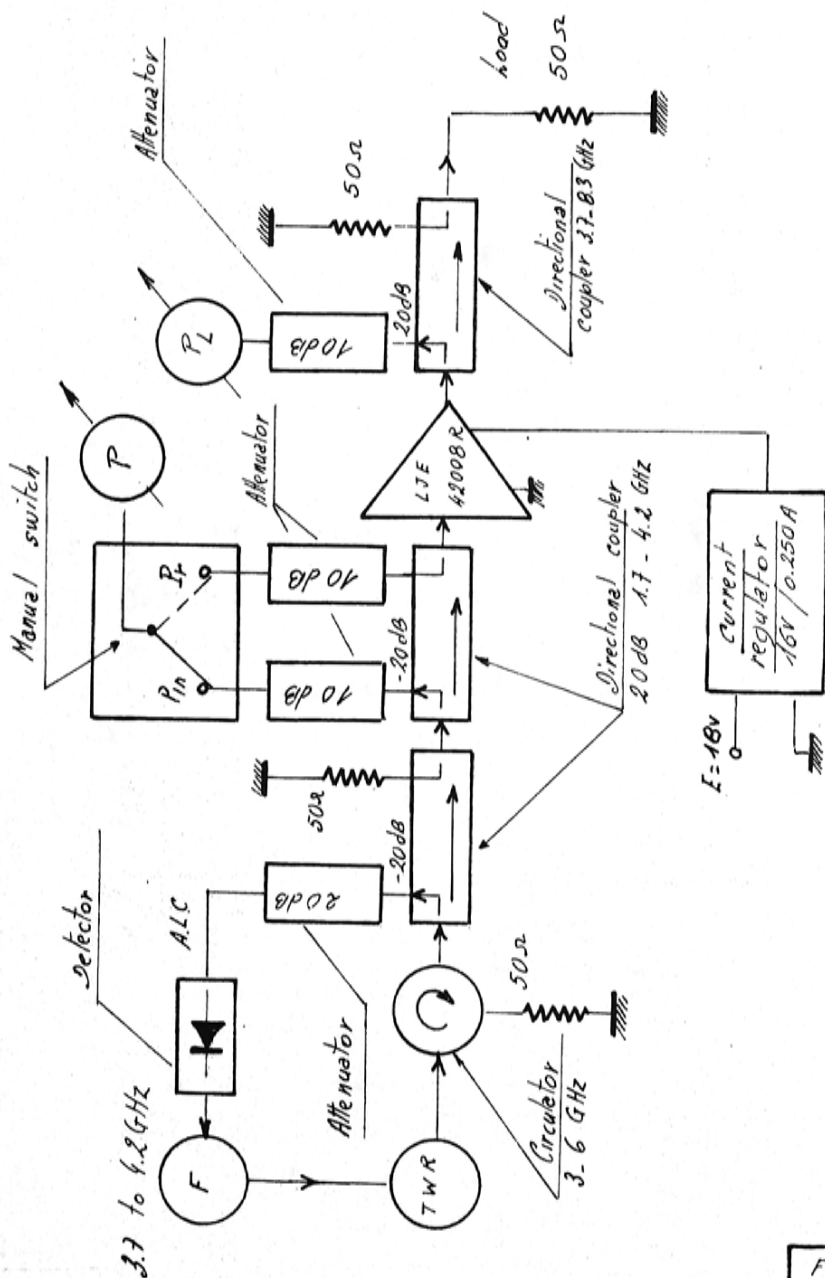
* With $P_{in} = 140 \text{ mW}$.

Les informations et schémas contenus dans ce document sont issus d'études réalisées par nos LABORATOIRES D'APPLICATIONS, dans lesquels des résultats satisfaisants ont été obtenus. Ces informations étant susceptibles d'une grande variété d'applications, RTC La Radiotechnique Compelec ne peut assumer aucune responsabilité quant aux conséquences éventuellement dommageables de leur mise en œuvre. Elles impliquent la concession d'aucun droit de propriété industrielle, domaine dans lequel, en outre, aucune garantie ne peut être donnée.

CE DOCUMENT NE PEUT ETRE COMMUNIQUE OU REPRODUIT SANS AUTORISATION ECRITE DE RTC LA RADIOTECHNIQUE COMPELEC

Les informations et schémas contenus dans ce document sont issus d'études réalisées par nos LABORATOIRES D'APPLICATIONS, dans lesquels des résultats satisfaisants ont été obtenus. Ces informations sont susceptibles d'être utilisées dans une grande variété d'applications, RTC La Radiotechnique-Compelec ne peut assumer aucune responsabilité quant aux conséquences éventuelles de leur utilisation. Elles n'impliquent la concession d'aucun droit de propriété industrielle, domaine dans lequel, en outre, aucune garantie ne peut être donnée.

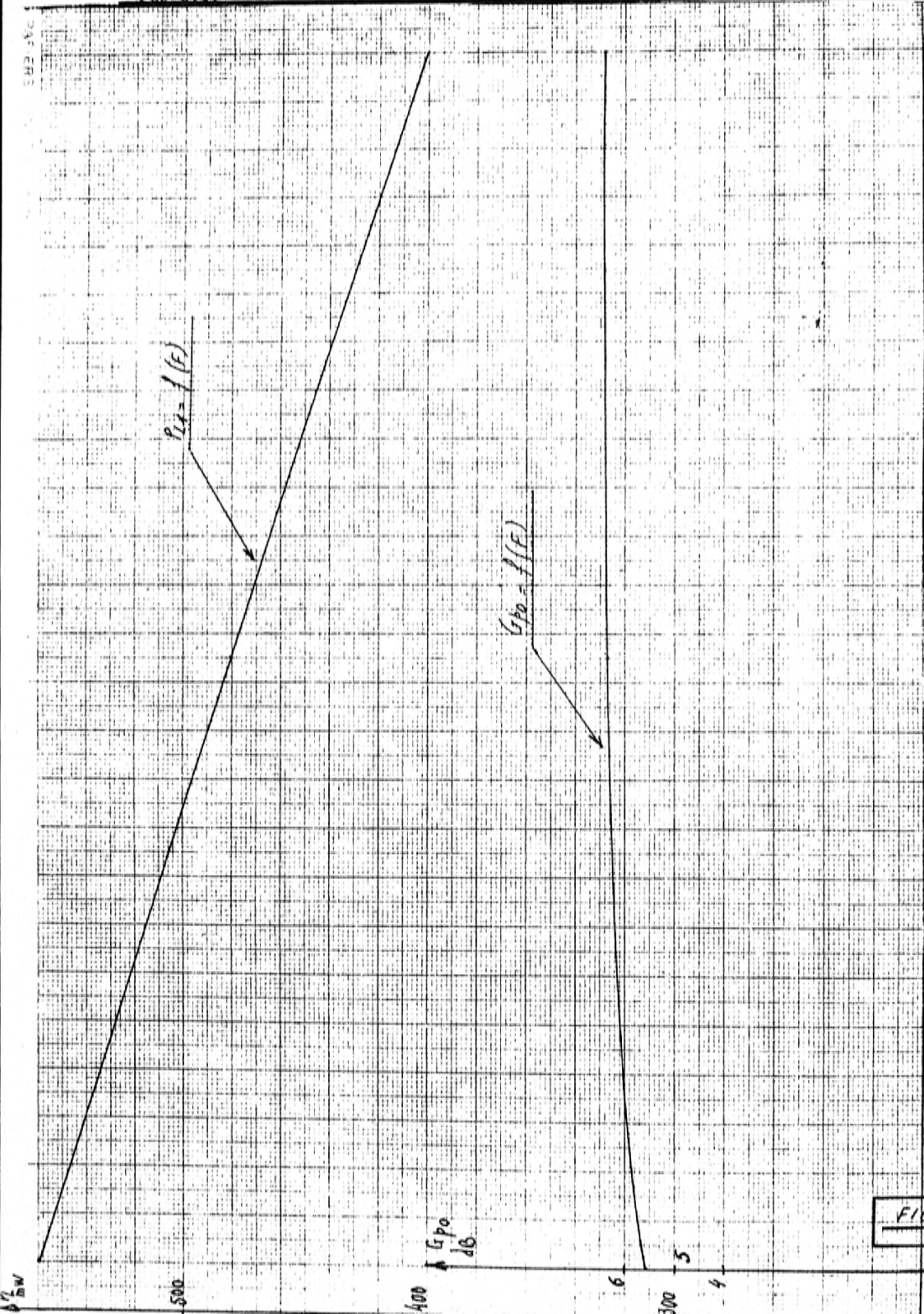
CE DOCUMENT NE PEUT ÊTRE COMMUNIQUÉ OU REPRODUIT SANS AUTORISATION ÉCRITE DE R.T.C. LA RADIOTECHNIQUE-COMPELEC



MEASUREMENT SET UP

FIG. 9

FCO 8101



ECO 8101

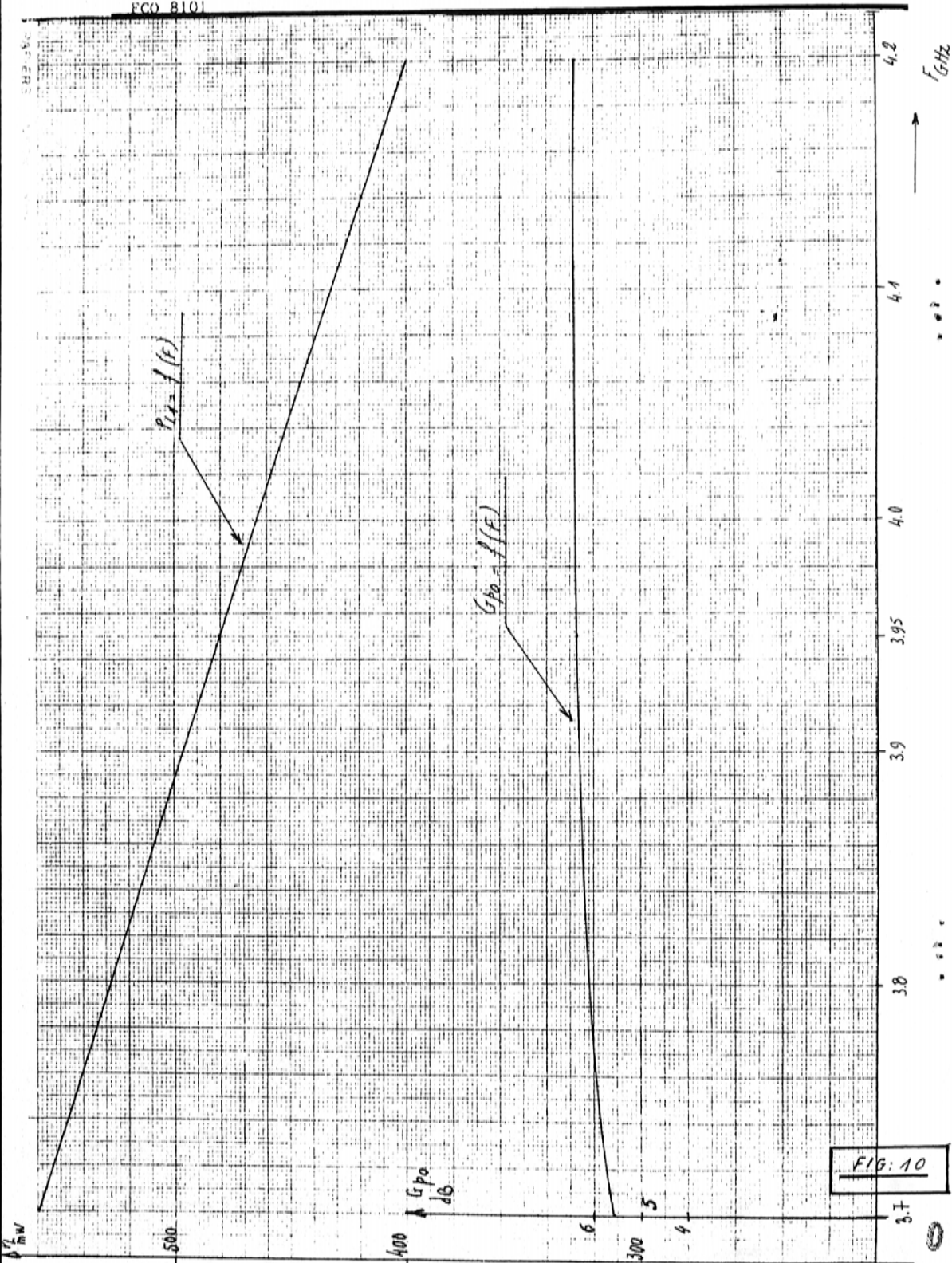
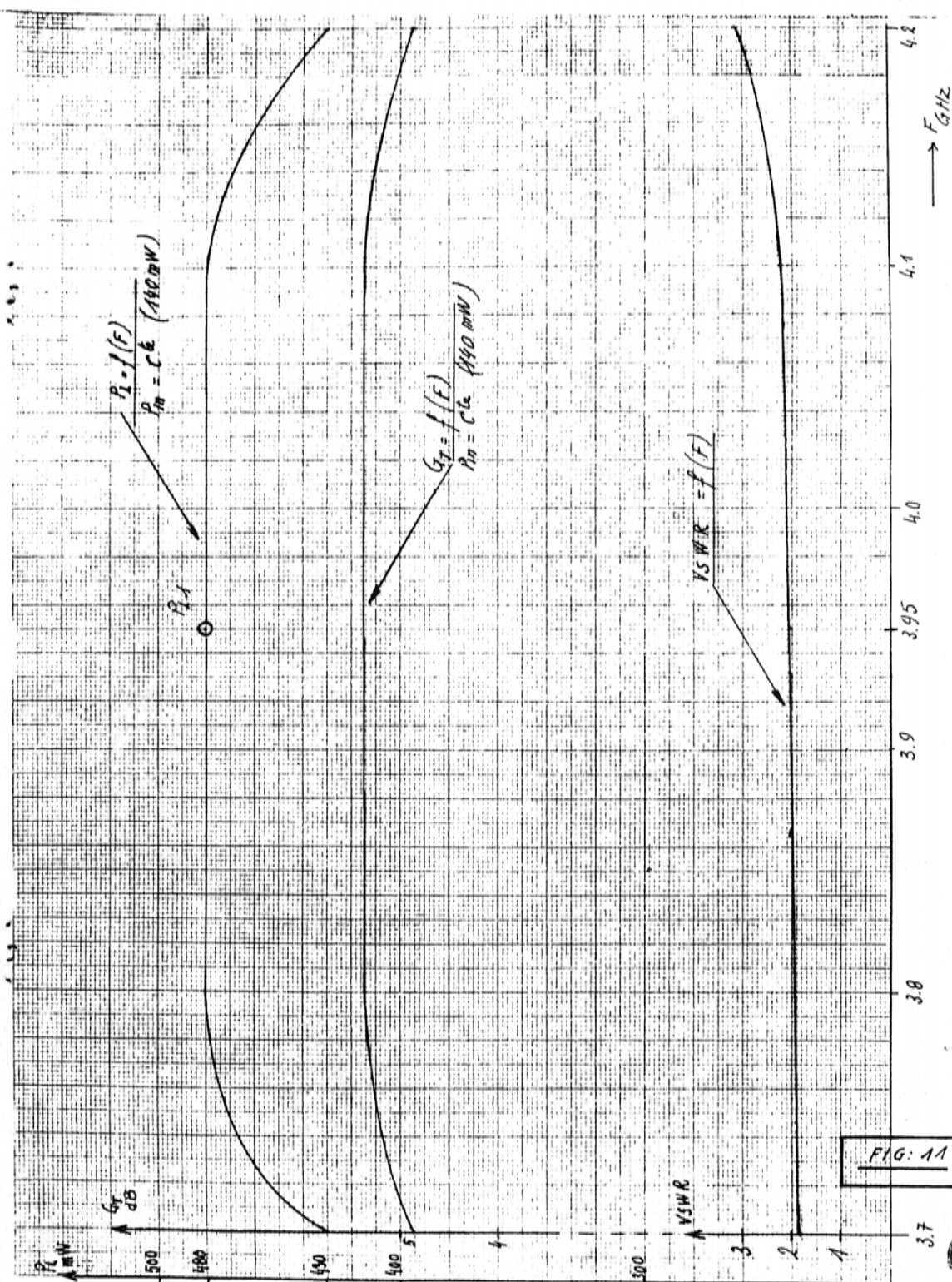


FIG: 10



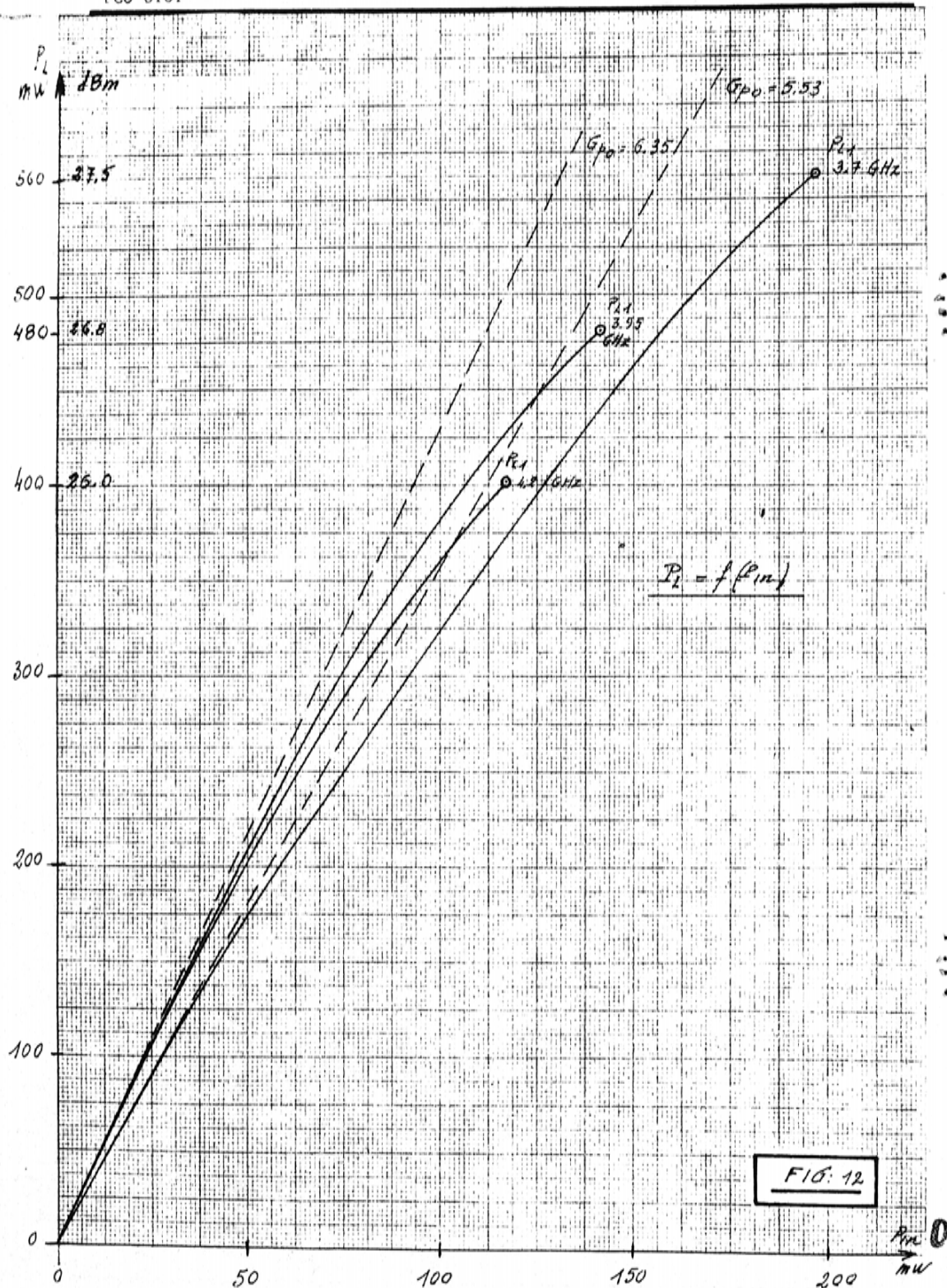


FIG. 12